NUOVI STUDI
DELLA
STAZIONE CHIMICO - AGRARIA SPERIMENTALE DI UDINE

PUBBLICAZIONE N. 39

ALVISE COMEL

# RECENTI STUDI SUL COMPORTAMENTO DELL'UREA AGRICOLA NEL TERRENO

NUOVI STUDI
DELLA
STAZIONE CHIMICO - AGRARIA SPERIMENTALE DI UDINE

PUBBLICAZIONE N. 39

ALVISE COMEL

# RECENTI STUDI SUL COMPORTAMENTO DELL'UREA AGRICOLA NEL TERRENO

# RECENTI STUDI SUL COMPORTAMENTO DELL'UREA AGRICOLA NEL TERRENO

## SCOPERTA, COMPOSIZIONE CHIMICA E CARATTERISTICHE DELL'UREA

Si ritiene che l'urea sia stata scoperta da ROUELLE nel 1773 nell'urina dell'uomo [1]; poi in quella dei mammiferi ed in modo particolare in quella dei carnivori.

Si deve in gran parte alla sua decomposizione il pungente odore di ammoniaca che esala dalle urine che ristagnano nelle stalle.

Nel 1828 WOEHLER riuscì ad ottenerla per riscaldamento del cianato di ammonio e con essa il primo prodotto organico da sostanze inorganiche.

L'urea viene considerata come la diammide dell'acido carbonico e di conseguenza possiede anche il nome di carbammide.

La sua formula chimica greggia è $CO(NH_2)_2$; quella di struttura, più comunemente attribuitale, è

$$O = \begin{array}{c} NH_2 \\ | \\ C \\ | \\ NH_2 \end{array} \qquad \text{oppure} \qquad \begin{array}{c} NH_2 \\ | \\ CO \\ | \\ NH_2 \end{array}$$

L'urea è solubile in acqua, in quantità variabili secondo la temperatura. 100 grammi di acqua sciolgono g 55 di urea vicino a 0°; g 66 a 10°: g 79 a 20°; g 93 a 30°; g 106 a 40°; g 145 a 70° C.

Oggi, industrialmente, la si ottiene per sintesi scaldando a 150° C ed alla pressione di 50 atmosfere, in presenza di catalizzatori, ammoniaca ed anidride carbonica.

$$CO_2 + 2\ NH_3 \longrightarrow CO(NH_2)_2 + H_2O$$

---

[1]) GUARESCHI, I., *Nuova Enciclopedia di chimica.* Torino, 1927. Vol. XII, pag. 381.

L'urea purissima contiene 46.66% di azoto; il prodotto industriale oscilla per lo più sul 44-45% di azoto.

E' fisiologicamente neutra, non lascia residui salini nel terreno. Può venir assimilata direttamente da molte specie vegetali; ma nel terreno non resta a lungo come tale perchè rapidamente si trasforma nel modo che più oltre illustreremo. Può essere usata come fertilizzante per tutte le colture ed in tutti i terreni tanto da sola quanto associata ad altri concimi. Sotto questo riguardo v'è incompatibilità di miscela col nitrato ammonico [1]), perchè ne deriva un complesso altamente igroscopico che rapidamente si liquefa; analogo inconveniente si ha col perfosfato; tuttavia quando quest'ultimo si trova allo stato granulare gli effetti sono più lenti in modo che si può benissimo effettuare la mescolanza, ma all'ultimo momento, prima di procedere alla sua distribuzione.

L'urea può essere assorbita anche per via stomatica quando è distribuita sulle foglie, e, come dice MORANI [2]), il fatto che non vi provochi bruciature, al contrario delle altre forme di azoto, rende l'urea ben appropriata per la concimazione fogliare, un sistema prezioso soprattutto nelle annate siccitose, quando l'azoto fertilizzante rischia di essere male utilizzato dalle radici.

Per le irrorazioni fogliari, scrive MORANI, si consigliano in genere soluzioni con 5 a 10 per mille di urea (da mezzo ad un chilo per ettolitro), ma conviene mantenersi intorno a concentrazioni fra 4 e 6 per mille per pomodori, fagioli, mais ed ancora minori per le cucurbitacee che sembrano possedere un'elevata attività ureasica sulle foglie, onde vi si può liberare ammoniaca libera e caustica.

## LA SCOMPOSIZIONE DELL'UREA NEL TERRENO

Nel 1860 PASTEUR constatava che la trasformazione dell'urea in ammoniaca veniva effettuata da microrganismi.

In seguito si accertava che detto processo poteva venir compiuto da batteri, da actinomiceti e da funghi.

Nel 1926 SUMNER isolava e traduceva in forma cristallina l'ureasi, e con essa il primo enzima ottenuto allo stato puro.

Successivamente SUMNER e SOMERS mettevano in evidenza che i sopracitati microrganismi effettuavano tale azione per mezzo dell'ureasi.

---

[1]) ROTINI, O. T., *I concimi e le concimazioni.* Roma, 1959.

[2]) MORANI, V., *L'urea il concime che rifornisce meglio di azoto le piante.* « L'Italia Agricola » N. 4. Aprile 1959.

Si constatava altresì che pur essendovi stretta interdipendenza fra attività biologica ed enzimatica, il processo poteva compiersi anche ad esclusiva opera dell'enzima. Trattando cioè ad un certo punto il terreno con sostanze sterilizzanti, quali il toluolo, il processo della scomposizione dell'urea proseguiva con quasi immutata energia [1].

La decomposizione dell'urea disciolta nel terreno è rapida. Per azione enzimatica si trasforma in carbonato ammonico, sale poco stabile, che facilmente si dissocia in ammoniaca, anidride carbonica ed acqua [2].

$$CO(NH_2)_2 + 2\ H_2O \longrightarrow (NH_4)_2CO_3 \longrightarrow 2\ NH_3 + CO_2 + H_2O$$

Quale conseguenza di questo fenomeno di ammonizzazione dell'urea la reazione del suolo tende ad aumentare, alle volte anche di una unità grado pH ed anche più [3]. Un fenomeno inverso si manifesta, invece, durante la successiva fase di nitrificazione. Questi effetti, tuttavia, hanno solo un carattere transitorio perchè i prodotti nei quali l'urea si trasforma vengono presto assorbiti dalla pianta e pertanto scompaiono dal terreno.

Di regola la fase di ammonizzazione si compie in pochi giorni ed eccezionalmente in qualche settimana. La influenzano la temperatura, il grado di umidità, la quantità di somministrazione e le speciali attitudini del terreno [4].

*Temperatura.* - Sembra che fra 20°-30° C il processo trovi il suo optimum, sebbene certi autori lo porrebbero verso i 55° C, e proceda quindi a questa temperatura nel modo più rapido. A temperature inferiori si rallenta, ma non si sospende del tutto nemmeno vicino allo zero.

---

[1]) FISHER, W. B., PARKS, W. L., *Influence of Soil Temperature on Urea Hydrolysis and Subsequent Nitrification.* Soil Science Society of America Proceedings. Vol. 22, N. 3, 1958.

[2]) RAVENNA, C., *Chimica pedologica.* Bologna, 1935. Pag. 295.

[3]) STOJANOVIC, B. J., *Hydrolysis of Urea in Soil as Affected by Season and by Added Urease.* Soil Science. Vol. 88. November, 1959.

Ricordiamo ancora che ricerche di DOAK, citate da ERNST e MASSEY, constatarono che la reazione originaria di un terreno in esame espressa da un pH 5.5 salì a ben 9.2 dopo un trattamento con urea.

Altre ricerche in riguardo sono state compiute da:

HILTBOLD, A. E., FRED ADAMS, *Effects of Nitrogen Volatilization on Soil Acidity Changes Due to Applied Nitrogen.* Soil Science Society of America Proceedings. Vol. 24, N. 1. 1960.

[4]) Interessanti esperimenti in riguardo sono stati recentemente eseguiti in America. Ne parlano i seguenti lavori:

FISHER, W. B., PARKS, W. L., *Op. cit.*

BROADBENT, F. E., HILL, G. N., TYLER, K. B., *Transformations and Movement of Urea in Soils.* Soil Science Society of America Proceedings. Vol. 22, N. 4. 1958.

ERNST, J. W., MASSEY, H. F., *The Effects of Several Factors on Volatilization of Ammonia Formed from Urea in the Soil.* Soil Science Society of America Proceedings. Vol. 24, N. 2, 1960.

*Umidità* - In suo difetto l'urea può mantenersi a lungo nel terreno come tale od in forma di nuclei o soluzioni ad alta concentrazione, che necessitano di una ulteriore diluizione prima di soggiacere a rapida idrolisi. Quest'ultima corre più veloce in terreni moderatamente umidi, che non quando essi si trovino allo stato della loro cosiddetta capacità minima per l'acqua corrispondente alla loro saturazione capillare.

*Quantità di somministrazione.* - L'idrolisi dell'urea è rapida qualora venga distribuita in moderate dosi. Il processo, invece, è più lento nel caso di più abbondanti somministrazioni. Si vuole vedere in tale stato di cose l'effetto di una sproporzione fra massa da elaborare e potenzialità di lavoro ad opera dei microrganismi e dell'ureasi, che richiederebbero un tempo maggiore per portare a compimento l'operazione.

*Attitudini particolari del terreno.* - Le cause possono essere varie, ma sono per lo più strettamente connesse con quelle che influenzano lo sviluppo dei microrganismi e la conseguente quantità di ureasi disponibile.

Si è ad esempio osservato che i terreni ricchi di sostanza organica idrolizzano in genere più rapidamente l'urea che non terreni poveri di essa; che il processo corre più intenso negli strati superiori del terreno che non in quelli più profondi, ecc. ecc.

Anche ROTINI [1]) riteneva opportuno ricordare che la trasformazione dell'urea in carbonato ammonico è rapida quando viene somministrata ad un terreno microbiologicamente attivo o ben provvisto di enzimi ureolitici di origine tissulare, batterica o fungina; viceversa quando i terreni sono scarsamente provvisti di enzimi ureolitici l'urea sommnistrata alle colture permane più a lungo nel terreno.

In genere i terreni agrari italiani, dotati di un minimo di fertilità, hanno un soddisfacente potere ureolitico. Da ricerche eseguite dal sopracitato Autore il semiperiodo della trasformazione dell'urea in carbonato ammonico, ossia il tempo necessario perchè la quantità di urea aggiunta al terreno si riduca a metà, si aggira, alla temperatura di 20° C, intorno alle 20 ore. Non mancano però terreni scarsamente provvisti di enzimi ureolitici ed in questo caso il valore del semiperiodo sale ad alcuni giorni.

Si ricorda in proposito che il letame è un prezioso veicolo apportatore di ureasi.

---

[1]) ROTINI, O. T., *Urea, biureto e acido cianico nella fertilizzazione azotata delle colture agrarie.* Annali della Facoltà di Agraria dell'Università di Pisa. N. S. Volume XVII. Pisa, 1956.

## La nitrificazione dell'urea

Avvenuta l'ammonizzazione dell'urea il succedersi dei processi nitrificanti segue l'andamento comune a tutti gli altri sali ammonici. In un primo tempo intervengono i microrganismi nitrosanti che trasformano l'ammoniaca ad acido introso, poi i batteri nitrificanti che trasformano i nitriti in nitrati. Normalmente il processo è abbastanza rapido (qualche settimana); ma può venir ritardato od accelerato da tutte quelle cause che influenzano negativamente o positivamente i processi biologici; come pure dalla quantità di urea somministrata.

## Potere adsorbente del terreno per l'urea

Si riteneva una volta che il terreno non avesse alcun potere di trattenere l'urea in soluzione, che pertanto si comportava similmente ai nitrati. Più recenti ricerche, tuttavia, hanno potuto constatare una debole forza di adsorbimento del terreno o comunque uno spostamento più lento verso il basso dell'urea in confronto con i nitrati.

Se tuttavia si considera che l'urea nel terreno va soggetta a rapida ammonizzazione e che l'ammoniaca è fortemente trattenuta dal terreno non vi dovrebbero essere timori nell'agricoltore, salvo intervento di fattori eccezionali, che essa possa andare dispersa per dilavamento.

## Perdite di azoto ammoniacale da urea somministrata al terreno

Osservazioni e studi fatti su questo interessante aspetto del problema riguardante la concimazione ureica hanno portato alle seguenti constatazioni:

*La possibilità di perdite è maggiore nei terreni che posseggono reazioni sensibilmente elevate.*

Si è voluto mettere in relazione questo fenomeno con la maggiore compartecipazione del calcio, nella schiera dei cationi adsorbiti dal terreno, che di solito si osserva nei complessi adsorbenti dei terreni con pH più elevato.

Una maggiore quantità di calcio adsorbito determinerebbe automaticamente una minore possibilità per l'adsorbimento di ioni ammonio. Accentua poi la possibilità della volatilizzazione dell'ammoniaca dalle soluzioni circolanti nel terreno a causa di un disturbo provocato su due

equilibri ivi in atto, l'uno riguardante l'ammonio adsorbito e quello presente in soluzione; l'altro intercorrente fra quest'ultimo e gli ossidrili, impostato secondo il seguente schema:

$$NH_4^+ + OH^- \rightleftharpoons H_2O + NH_3$$

Ne consegue una maggiore liberazione di ammoniaca che può andare perduta per volatilizzazione.

*La possibilità di perdite aumenta in genere coll'elevarsi della temperatura ambiente.*

Il fenomeno è stato messo in relazione con la velocità di idrolizzazione dell'urea nel terreno, sia coll'influenza della temperatura nei riguardi della solubilità dell'ammoniaca nell'acqua e sugli equilibri antecedentemente accennati.

Merita ricordare in proposito un fatto apparentemente curioso segnalato studiando le perdite per volatilizzazione ammoniacale dall'urea in terreni tenuti a temperature di 10° C e di 25° C. Si constatava che nelle due prime settimane le perdite più alte si riscontravano nelle prove tenute a 25° C, dopo di che maggiori quantità di ammoniaca venivano liberate dai terreni tenuti a 10° C.

Si volle interpretare il fenomeno mettendolo in correlazione coll'effetto inibitore del freddo sui processi della nitrificazione. Si verrebbe così a determinare nel terreno una più lunga stasi dei prodotti ammoniacali con la consecutiva possibilità di perdite per un più lungo periodo di tempo.

*Possibilità di perdite per variazioni dello stato igrometrico dell'aria.*

Diversi studiosi avrebbero constatato che perdite di ammoniaca dal terreno per volatilizzazione possono essere connesse con la perdita di umidità dal terreno stesso. Sarebbero nulle o molto piccole quando l'aria che viene a contatto col terreno è molto umida; sarebbero più sentite quando correnti d'aria asciutta asciugano il terreno. In terreni inizialmente secchi, le perdite sarebbero di scarsa entità per una lunga conservazione integrale dell'urea. Effetto analogo si sarebbe osservato sottoponendo il terreno a rapidissimo essiccamento probabilmente perchè la mancanza di umidità sospende l'idrolisi dell'urea.

*Possibilità di perdite dovute alla somministrazione di urea in copertura.*

Si è constatato che distribuendo l'urea in superficie le perdite ammoniacali sono molto maggiori che non quando essa venga incorpo-

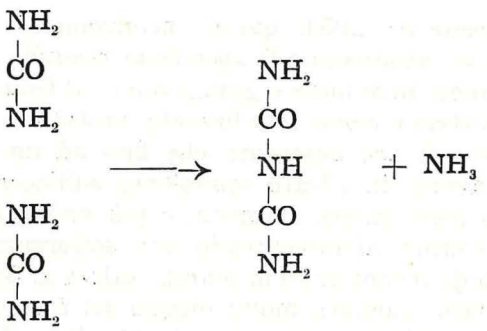
rata al terreno ed è facile capirne il motivo. Tali perdite sono a lor volta tanto più sentite quando essa viene somministrata a terreni umidi, a temperature elevate e con alto grado pH.

* * *

## Il biureto

Riscaldando l'urea a temperature superiori a 133° C, secondo alcuni autori [1]), oppure, secondo altri, situate fra 150° e 170° C [2]) essa si scompone liberando ammoniaca (a spese di due molecole di urea) e lasciando come residuo *biureto*.

Il processo può essere così rappresentato:




Siccome il processo industriale della sintesi ureica si svolge, come si è visto, a temperature prossime ai 150° C, ne consegue che tutte le uree industriali avranno la tendenza a contenere quantità variabili di biureto, specialmente nelle forme granulate, qualora ottenute a mezzo del riscaldamento.

Si ricorda, infatti, che l'urea granulare così ottenuta nei primi tempi in America conteneva nientemeno che 5-8% di biureto, il che provocò gravi danni agli agrumeti della California e della Florida.

In seguito, però, i progressi della tecnica ridussero notevolmente tali percentuali, facendole oscillare su 1% ed anche meno ed in continuo studio sono i procedimenti atti ad eliminarlo praticamente del tutto.

Il biureto ha effetti dannosi sulle colture.

---

[1]) Wilkinson, S. R., Ohlrogge, A. J., *Influence of Biuret and Urea Fertilizers Containing Biuret on Corn Plant Growth and Development.* Agronomy Journal. Vol. 52. N. 10. 1960.

[2]) Guareschi, *Op. cit.*, pag. 384.

Sembra che inibisca direttamente o indirettamente la sintesi delle proteine; provoca comunque disturbi generali sul metabolismo organico e minerale che si manifesta in forma di clorosi.

Diversa è la tolleranza delle varie specie vegetali rispetto al biureto. Più sensibili sembrano essere gli agrumi, più resistenti le graminacee.

La tossicità è maggiore se somministrato polverizzato per via fogliare; minore, invece, se somministrato al terreno e quindi rispetto alla nutrizione radicale delle piante. Maggiormente ne risentono, poi, i tessuti e le piante che si trovano in fase di rapido accrescimento.

La tossicità varia inoltre colla temperatura e col tipo di terreno.

In piccole dosi, viceversa, o dopo idrolisi, ha un effetto stimolante sullo sviluppo vegetale.

Sia ancora ricordato che risalgono al 1953 le prime segnalazioni su manifestazioni patologiche accusate da agrumi trattati con urea per via fogliare.

Nell'anno successivo, 1954, questi inconvenienti venivano attribuiti al biureto e si iniziavano più specifiche ricerche sui suoi effetti.

Nello stesso anno altre notizie giungevano dal Giappone, ove l'urea era stata somministrata come fertilizzante azotato a colture di frumento, orzo e riso. Si era osservato che fino ad un limite di 20-30 p.p.m. il biureto aveva un effetto stimolante sull'accrescimento delle piante; superando però questa quantità, e più precisamente a partire da 35 p.p.m., le colture manifestavano una sofferenza, e si avevano danni cospicui quando il contenuto in biureto saliva al 5%. Si era altresì constatato che il riso resisteva molto meglio del frumento e dell'orzo.

In Italia si avrebbero constatato danni alle colture cerealicole quando il contenuto in biureto raggiungeva o superava l'1%.

ROTINI, tuttavia, ammoniva che i danni riscontrati con l'impiego di urea commerciale non sarebbero imputabili al biureto, bensì al cianato ammonico che ne derivava per trasformazione isomerica dell'urea nel modo a cui più oltre verrà specificato.

« Anche quando l'urea contenesse quantità di biureto tali da determinare la formazione di soluzioni circolanti sature, l'azione diretta del biureto sulle colture rimarrebbe senza effetto come è dimostrato dalla sperimentazione da noi condotta sopra il frumento, il mais, l'orzo, il cotone, i fagioli, i piselli, il riso, il trifoglio, la veccia, il mandarino, il limone, l'arancio, ove le piante alimentate con soluzioni di biureto al 0.5%, e cioè vicine alla concentrazione satura, non hanno rivelato il benchè minimo danno » (*op. cit.* pag. 19).

Recenti ricerche istituite in Francia [1]) riconfermano, invece, l'azione

---

[1]) GADET, R., SUOBIES, L., FUORCASSIE, F., *Recherches sur les effets toxiques du biuret et sur l'évolution de ce composé dans les sols.* Annales Agronomiques N. 6, 1959.

venefica del biureto e fanno ulteriormente progredire le conoscenze sul suo comportamento nel terreno.

Si dimostra che il biureto non viene trattenuto dai colloidi del terreno e che di conseguenza può venire asportato con le acque di percolazione.

Che nel terreno si idrolizza, come l'urea, con formazione di ammoniaca; ma molto più lentamente. Mentre, infatti per la completa trasformazione dell'urea sarebbero sufficienti da 2 a 4 giorni, quella del biureto richiederebbe da 3 a 6 mesi. Col tempo, dunque, il biureto non solo scompare dal terreno, ma può anche svolgere azione fertilizzante a mezzo dell'ammoniaca che produce, ammoniaca che può essere utilizzata come tale o previa nitrificazione.

Sembra inoltre che in presenza di urea l'idrolisi del biureto si acceleri; mentre non si riscontrerebbe un effetto opposto del biureto sull'urea.

La tossicità del biureto *sulla germinazione* del frumento si manifesta quando la concentrazione in mezzo acquoso raggiunge 40 p.p.m. Nel terreno, invece, la soglia di tossicità viene raggiunta già a 9 p.p.m. di terreno ossia a 6 Kg/Ha di biureto. In queste quantità si riescono a svelare i primi sintomi di malessere. Danni più seri non si hanno però che a concentrazioni doppie. Di conseguenza l'applicazione di urea industriale coll'1 o 2% di biureto non sembra provocare danni seri ai seminati fino che è data in ragione di 60 Kg di azoto ad ettaro recante cioè Kg 1,3 - 2,6 di biureto ad ettaro.

Sulla *vegetazione* del frumento la soglia di tossicità del biureto si porta a circa Kg 15 ad ettaro.

Esperienze eseguite su varie colture avrebbero dimostrato la maggiore resistenza del mais rispetto a quella del frumento le cui colture sopporterebbero bene i Kg 15 di biureto ad ettaro per i seminati e di Kg 30 per le colture con uno sviluppo di cm 40, ossia con piante aventi 6 foglie.

La patata, molto sensibile al biureto, tant'è vero che i primi sintomi svelabili si hanno a partire da soli 3 o 4 chili di biureto ad ettaro in distribuzione localizzata, riesce in seguito a vincere l'effetto tossico, assimilandolo.

Gli autori concludono dicendo che se il biureto è indubbiamente un composto tossico per le piante e che può dare agli agricoltori giustificate inquietudini, lo studio agronomico e fisiologico della sua tossicità ha permesso di circoscrivere i limiti di questo pericolo, ed inoltre che i progressi tecnici della fabbricazione dell'urea ne hanno diminuito di molto la sua pericolosità. Essi ammoniscono inoltre i produttori di urea agricola a sorvegliare assiduamente il tenore in biureto delle partite che vengono messe in commercio.

Ricordiamo infine che anche altre ricerche, compiute da S. R.

WILKINSON e OHLROGGE, confermano la tossicità del biureto sui semi di frumento in germinazione e sulle rispettive piantine in fase di sviluppo [1]).

* * *

## IL CIANATO AMMONICO

Un altro possibile danno connesso coll'impiego dell'urea in qualità di fertilizzante può esser dovuto ad una sua parziale trasformazione in cianato di ammonio. Questa possibilità già segnalata nel 1830 da WÖHLER, e recentemente studiata da ROTINI e LOTTI [2]) consiste in questo: le soluzioni di urea, anche a temperature modeste, possono soggiacere ad una parziale trasformazione isomerica dando origine alla formazione di cianato ammonico, sostanza fortemente tossica, secondo il seguente schema:

$$CO(NH_2)_2 \rightleftharpoons NH_4CNO$$

Le concentrazioni di equilibrio dell'urea e del cianato ammonico si trovano intorno al 5.6% di cianato ammonico e 94.4% di urea rispetto a quella presente inizialmente. Ciò significa che sciogliendo 100 parti di urea in acqua, dopo un certo tempo, variabile a seconda della temperatura, rimane solo il 94.4% dell'urea presente inizialmente mentre il 5.6% di questa si trasforma in cianato ammonico.

Da ciò emerge che in tutti i liquidi che contengono urea è possibile che siano presenti anche quantità più o meno rilevanti di cianato ammonico.

Questi cianati manifestano una forte attività antimitotica sulle cellule e sui tessuti degli organismi animali e vegetali. L'esame citologico, infatti, eseguito sugli apici radicali inibiti elettivamente nella imminenza cariocinetica ha dimostrato che il cianato ostacola l'entrata in mitosi dei nuclei intercinetici interferendo particolarmente sui processi fisiologici della pre-profase. Dette conseguenze sono già rilevabili con soluzioni diluitissime, corrispondenti a soluzioni di cianato milionesimo normali.

---

[1]) WILKINSON e OHLROGGE, *Influence of Biuret*, ecc.

[2]) ROTINI, O. T. e LOTTI, G., *La trasformazione isomerica dell'urea in soluzione acquosa*. Annali di Chimica. 1956.

ROTINI O. T., *Urea, biureto e acido cianico nella fertilizzazione azotata delle colture agrarie*. Annali della Facoltà di Agraria dell'Università di Pisa. N. S. Volume XVII. 1956.

ROTINI, O. T., *L'evoluzione dei composti del ciclo cianammidico nel terreno e nelle piante*. Agrochimica. Vol. III. N. 2. 1959.

Questa azione, dice ROTINI, dipende non solo dalla quantità di urea aggiunta al terreno, ma anche dalla sua localizzazione, dall'umidità del terreno (quindi dalla sua concentrazione finale) dalla temperatura e dalla concentrazione idrogenionica del terreno, che favoriscono più o meno la trasformazione isomerica dell'urea stessa; dipende inoltre dalla quantità di ureasi e di cianasi di cui sono provvisti i terreni ed i tessuti degli apparati radicali. La cianasi scompone infatti i cianati in ammoniaca e in anidride carbonica ($NH_4CNO + H_2O = 2\ NH_3 + CO_2$) coll'effetto di non solo ridurre il potere antimitotico delle soluzioni circolanti, ma di favorire l'accrescimento e lo sviluppo della pianta a mezzo dell'azoto ammoniacale prodotto similmente a quanto si è già detto per il biureto.

A sua volta la diversa ricchezza in cianasi dei tessuti vegetali può determinare una diversa sensibilità delle piante rispetto all'azione dei cianati.

Il pericolo segnalato sul dannoso effetto del cianato ammonico sarà evidentemente tanto minore quanto più ricchi anche in ureasi saranno i terreni, perchè la rapida trasformazione dell'urea in carbonato ammonico ridurrà al minimo la possibilità della sua trasformazione in cianato.

Sarà poi consigliabile evitare elevate concentrazioni in prossimità del seme o dell'apparato radicale delle giovani piantine anche perchè la formazione di un eccesso di ammoniaca potrebbe avere un'azione caustica sul seme o sulle tenere radichette.

Per quanto poi riguarda la pratica della concimazione fogliare con soluzioni di urea, ROTINI suggerisce di tenersi entro i limiti di sicurezza che per le piante più sensibili dovrebbe trovarsi intorno al 0.240 per mille di urea.

## RISULTATI DI UNA PROVA DI CONCIMAZIONE CON UREA AGRICOLA ISTITUITA DALLA STAZIONE CHIMICO-AGRARIA SPERIMENTALE DI UDINE NELL'ANNO AGRARIO 1959-1960

Per provare l'efficacia dell'urea agricola come concime azotato e la sua innocuità anche se somministrata in copertura, questa Stazione impostava una prova in un podere situato in Comune di Aiello del Friuli, ove antiche alluvioni del Torre-Natisone, deposte nel Postglaciale, avevano dato origine a terreni argillosi cosparsi di ciottoli e con un contenuto in carbonati di calcio e di magnesio di circa 20%.

L'appezzamento, in precedenza, era stato investito con una coltura di granoturco concimato con letame (circa q.li 300 ad ettaro) e con perfosfato (q.li 6, titolo 18/20).

La prova eseguita in accordo coll'Ufficio Propaganda Agraria della

Sezione di Padova della « Montecatini », che aveva fornito, a mezzo del comm. dott. Gino Rojatti, il concime necessario per l'esperimento, si è effettuato su una superficie di 1500 m², e con il seguente trattamento:

*Concimazione presemina:*

| | Q.li su 1500 m² | Equivalenti per campo friulano di 3505.835 m² | Per ettaro $m_2$ 10.000 |
|---|---|---|---|
| Perfosfato ammonizzato | 1.00 | 2.34 | 6.66 |
| Solfato potassico | 0.25 | 0.58 | 1.66 |
| Urea agricola 44/45 | 0.10 | 0.23 | 0.67 |
| *Concimazione in copertura:* | | | |
| Urea agricola 44/45 | 0.25 | 0.58 | 1.66 |

Raccolto il granoturco in ottobre iniziavano i lavori di aratura, interrando con essi tutto il concime potassico e metà di quello fosfatico. Pochi giorni prima della semina si incorporava con energica erpicatura l'altra metà del concime fosfatico e l'urea agricola.

Il 22 ottobre 1959 si seminava in ottime condizioni ambientali, e regolare ne fu la nascita.

Ma il tempo che aveva favorito tutti i lavori preparatori e la semina, tosto si guastava dando inizio ad un eccezionale periodo piovoso che durava tutto l'inverno e parte della primavera, arrecando forti danni alla vegetazione.

Il 7 dicembre, approfittando di una temporanea schiarita si distribuiva la prima quota di urea in copertura.

Il 9 febbraio 1960 durante un'altra breve sosta della piovosità si dava la seconda ed ultima distribuzione di urea in copertura.

A metà marzo, nonostante l'eccessiva umidità, il frumento aveva un bell'aspetto: tinta verde scura, fusticini vigorosi e alti in media 25 cm; buono l'accestimento.

Un mese dopo le pianticelle avevano raggiunto 70-80 cm di altezza e già presentavano la formazione della botticella contenente la piccola spighetta.

Al periodo di insistenti piogge cadute quasi ininterrotte fino a tutto marzo seguiva in aprile e maggio una persistente siccità non meno dannosa.

Ai primi di maggio si aveva l'emissione della spiga; il 12 maggio il frumento era in piena fioritura e a fine mese entrava già in fase di maturazione lattea.

Il suo aspetto era tuttavia quanto mai desolante. Quasi tutte le foglie si erano insecchite in seguito a fortissimi attacchi di ruggine.

Il 13 giugno si mieteva ed un mese dopo si trebbiava. Il raccolto fu di q.li 3.60 di granella, corrispondenti a q.li 8.42 per campo e a q.li 23.98 per ettaro.

Questa produzione va considerata ottima per quell'annata quando si consideri che le medie della zona oscillavano su q.li 6 per campo e sui q.li 17 per ettaro.

Nonostante il cattivo decorso climatico dell'annata la concimazione ureica aveva conseguito brillanti risultati e, come vedremo in altra relazione, per nulla inferiori a quelli ottenuti con gli altri più tradizionali concimi azotati. Essa inoltre non aveva dato luogo ad alcun inconveniente nè con la concimazione presemina, nè col suo spargimento in copertura.

E' tuttavia intenzione di questa Stazione continuare le osservazioni e le prove anche su altre colture ed in diverse stagioni per poter dare all'agricoltore, forse ancora impressionato da passate segnalazioni eccessivamente allarmistiche, quella tranquillità che scaturisce dalla consapevolezza della serietà delle affermazioni delle nostre Stazioni sperimentali, maturate con lungo e paziente lavoro di ricerca.

Finito di stampare il 18-2-1961 presso
le Arti Grafiche Friulane - Udine